
小小甲基化修饰让小菜蛾“百毒不侵”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25351.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

小小甲基化修饰让小菜蛾“百毒不侵”。小菜蛾作为一种世界性为害的重大农业害虫，也是世界上第一个被报道在田间对Bt生物杀虫剂产生高抗性的农业害虫。

小菜蛾能在不影响其自身生长发育的前提下对Bt杀虫剂进化出完美的高抗性。

小菜蛾幼虫。受访者供图

近日，中国农业科学院蔬菜花卉研究所（以下简称蔬菜所）研究员张友军团队解析了小菜蛾Bt抗性的适合度代价补偿机制，首次明确了RNA甲基化修饰在小菜蛾弥补Bt抗性产生所带来的适合度代价中的关键作用。

相关成果12月12日在线发表于《先进科学》（Advanced Science）。

适合度代价：害虫防治的关键利器

论文通讯作者张友军告诉《中国科学报》，目前，害虫防治主要依赖各类化学和生物杀虫剂，杀虫剂的大量使用极易导致害虫的抗药性进化。

而害虫的抗性进化常常伴随着严重的适合度代价，即昆虫在受到外界某种压力时，导致自身生长发育延迟、生殖力下降和死亡率降低等现象。通俗地说，就是活的不好了。适合度代价成为延缓田间害虫抗药性进化的天然屏障和关键利器。

因此，害虫想要存活和繁殖下去，必须克服杀虫剂抗药性进化所产生的适合度代价，而有些害虫种群的确能在不影响生长发育的前提下对杀虫剂进化出完美的高抗性。这对杀虫剂的有效利用构成了严重的威胁。

苏云金芽胞杆菌，也就是Bt，能产生多种杀虫蛋白，基于这些杀虫蛋白研发的Bt生物杀虫剂和转Bt基因抗虫作物能高效特异的杀死不同农业害虫，而对人畜环境安全无害。

小菜蛾是研究害虫种群在不影响其自身生长发育的前提下对杀虫剂进化出完美高抗性的良好实验材料。张友军说。

在之前的研究中，张友军团队发现昆虫保幼激素含量升高可以调控不同中肠Bt非受体同源基因上调，从而弥补中肠Bt受体基因下调带来的适合度代价，使得小菜蛾在维持正常生长发育的前提下对Bt杀虫剂进化出完美的高抗性。

然而，调控小菜蛾体内保幼激素含量升高的机制是不清楚的，于是他们接下来继续探索保幼激素含量升高的原因。

RNA甲基化修饰：导致完美抗性的元凶

论文第一作者兼共同通讯作者、蔬菜所研究员郭兆将告诉《中国科学报》，他们关注到的RNA甲基化修饰是m6A修饰，它是指在RNA分子的腺嘌呤A上加一个甲基基团，这种RNA甲基化修饰在生物体内广泛存在。大量研究表明这种修饰在动物免疫应答、植物抵御病原体感染及病原微生物逃避宿主的免疫防御中发挥重要作用。郭兆将说。

早在1975年，在人类肝肿瘤细胞中首次发现了m6A修饰。经过近半个世纪的研究，这种修饰的形成机制及生物学功能才慢慢被人们了解。

m6A修饰的甲基基团是被一个称为甲基转移酶的蛋白复合体添加到RNA分子的腺嘌呤上的。同时，另一个被称之为去甲基化酶的蛋白可以将这个甲基基团去除。因此，可以说甲基基团的添加与去除是一个可逆的过程。

添加的甲基基团可以与m6A识别蛋白相结合后招募另一种功能性蛋白去调控RNA分子的各种命运，进而影响生物体内的多种生物学功能。

该团队研究发现，这种RNA甲基化修饰可以通过调控保幼激素含量影响小菜蛾Bt抗性的适合度代

价。

揭示元凶的调控机制

郭兆将员介绍，他们首先发现了m6A这种修饰在Bt抗性小菜蛾的中肠组织中是显著升高的。而且，m6A修饰水平的升高源于两个m6A修饰的甲基转移酶的表达量升高。

为了验证这两个甲基转移酶基因表达水平的升高是否与Bt抗性相关，他们将这两个基因在抗性群体中沉默，结果发现Bt抗性小菜蛾的保幼激素含量显著降低，且生长发育受到严重影响。这表明两个甲基转移酶基因通过调控保幼激素含量调控了小菜蛾的适合度代价。

接下来，他们又筛选到小菜蛾保幼激素酯酶基因，即保幼激素降解基因。

论文共同第一作者、蔬菜所博士生白杨说：我们利用详细的实验充分证明两个甲基转移酶基因通过m6A修饰负向调控保幼激素降解基因的表达。并且，在m6A突变种群中，保幼激素降解基因的m6A水平显著降低，保幼激素含量恢复至与敏感种群类似，且该种群出现严重的适合度代价。

这进一步在体内证明了小菜蛾之所以可以弥补对Bt抗性所产生的适合度代价，是与保幼激素降解基因的m6A修饰水平升高密切相关的。郭兆将说。

该研究在国际上首次明确了m6A修饰介导的Bt抗性小菜蛾保幼激素含量升高的表观遗传调控机制：即两个关键的m6A甲基转移酶基因表达水平的升高促进了保幼激素降解基因的m6A水平增加，从而抑制了保幼激素降解基因的表达，进而诱导昆虫体内保幼激素含量显著升高，使小菜蛾在维持其正常生长发育的前提下进化出完美的Bt杀虫剂抗性表型。

张友军说，该成果为田间害虫对杀虫剂进化出的抗性适合度代价补偿机制的研究提供了参考，对于田间害虫Bt抗性监测预警和综合治理具有重要的理论和实践意义。（来源：中国科学报 李晨）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/advs.202307650>

作者：张友军等 来源：《先进科学》

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发